

NOUS  
SOMMES  
LÀ OÙ...

L'émergence de déplacements plus fluides, plus simples, plus silencieux et plus sobres en énergie est rendue possible grâce aux univers virtuels qui permettent la conception, la modélisation et la simulation de nouvelles expériences de mobilité. Sur terre, sur mer, dans l'air ou dans l'espace.

LE FUTUR  
S'ENVOLE





Pour rendre les déplacements plus sûrs, plus simples, et assurer une mobilité plus durable, le secteur aérospatial se réinvente continuellement, s'appuyant sur sa longue histoire et sa culture de l'innovation. Les priorités environnementales sont étroitement liées aux objectifs historiques tels que l'efficacité, la rentabilité et la conformité réglementaire, essentiels pour les entreprises. Pour les atteindre, elles construisent une expérience virtuelle jumelle de leur appareil, pour gérer l'intégralité de son cycle de vie, de l'analyse initiale à la modélisation de la conception 3D, en passant par la définition des exigences, l'obtention de la certification et la fabrication. Cette approche de système de systèmes simplifie les complexités d'ingénierie entre les composants mécaniques, électriques ou logiciels en utilisant un langage standard. Les ingénieurs peuvent ainsi optimiser la conception en évaluant des milliers d'hypothèses et en trouvant les configurations qui répondent le mieux à la liste des exigences.

#### **INTERSTELLAR**

Le groupe de recherche Interstellar Lab, basé en France et en Californie, construit et teste des stations expérimentales de bio-régénération visant l'autonomie. Sur la Lune, Mars ou la Terre.





#### **VERTICAL AEROSPACE**

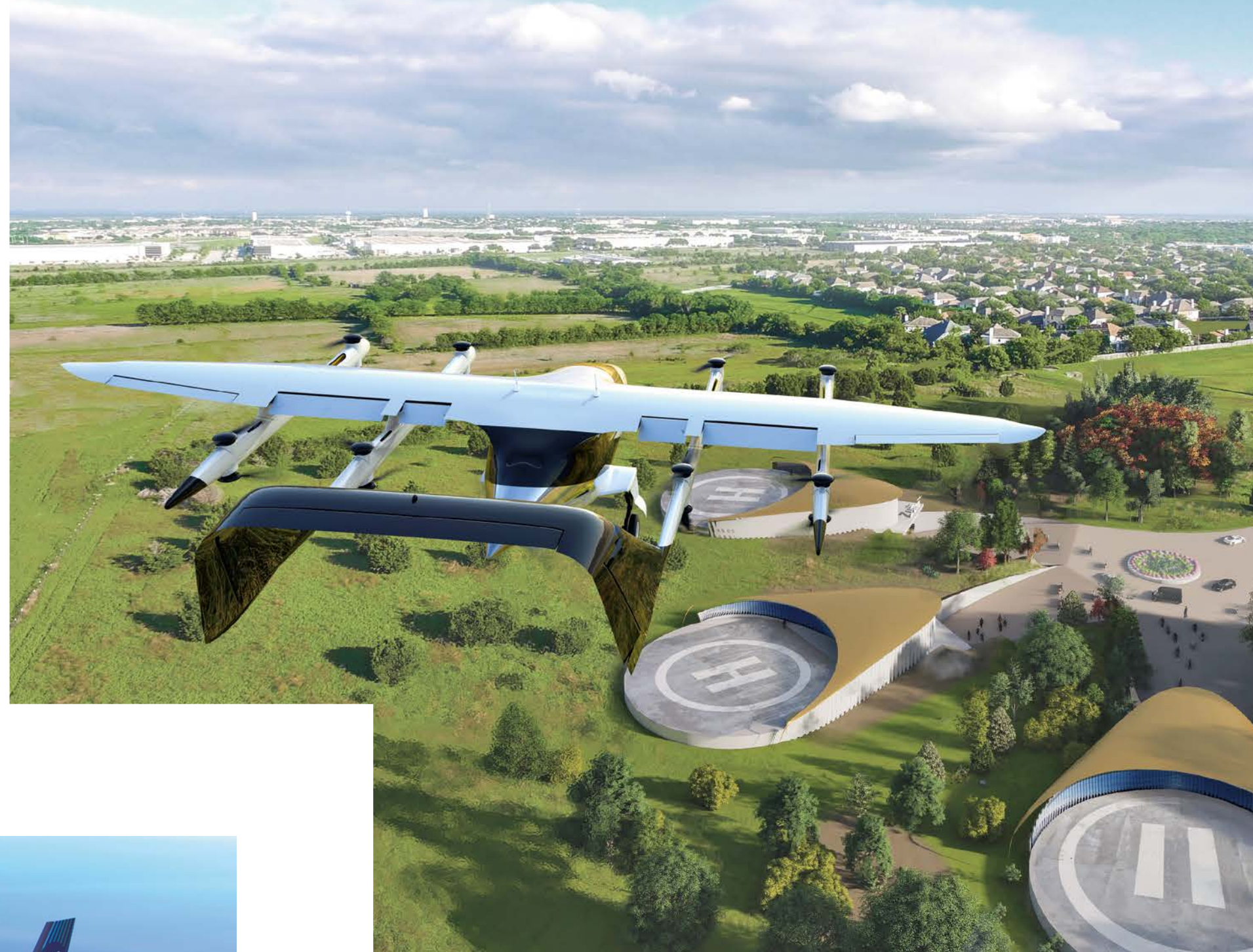
La startup britannique Vertical Aerospace lancera prochainement le premier eVTOL certifié, qui pourrait proposer ses premiers vols commerciaux dès 2024. (eVTOL : electric Vertical Take Off and Landing).





**ZURI**

La société tchèque Zuri associe sur ses eVTOL les voilures fixe, pour la partie horizontale du vol, et tournante pour le décollage et l'atterrissage.



**XSUN**

La société française XSun conçoit, teste et démontre les capacités de ses drones à longue portée fonctionnant à l'énergie solaire.



### Des technologies spatiales pour une vie plus durable

La Lune sera, en 2023, la première étape vers des destinations plus lointaines comme la très convoitée Mars. Basée en France et en Californie, la startup Interstellar Lab s’inspire de la façon dont nous pourrions vivre dans l’espace et sur d’autres planètes pour construire et tester des stations expérimentales biorégénératives d’abord sur la Terre, puis répliquables sur la Lune ou sur Mars. Ces stations, modulaires et assemblables en villages, voire en villes, disposent de systèmes à environnement contrôlé en boucle fermée et permettent une vie en totale autonomie. Tout ou presque y est recyclé, rendant l’eau, l’air et la nourriture aussi renouvelables que possible, en réduisant de plus de 99% la surface nécessaire pour nourrir leurs habitants avec une économie de 98% des besoins en eau et un approvisionnement régulier en fruits et légumes toute l’année. Interstellar Lab associe l’expertise de la NASA, SpaceX, Airbus, Safran, Saint-Gobain et Dassault Systèmes. Ce dernier met à disposition la plateforme **3DEXPERIENCE** et la solution *Reinvent the Sky* afin de rassembler les nombreuses compétences impliquées dans le projet : biologistes, ingénieurs en aéronautique, spécialistes des systèmes de contrôle, experts en science des matériaux, architectes et mathématiciens. Adoptant l’approche de conception paramétrique de la plateforme, l’équipe d’ingénieurs et architectes d’Interstellar Lab peut procéder à de multiples itérations et simulations pour affiner et optimiser la conception et la fabrication des stations EBIOS et de leurs différents modules, les BioPods. Le jumeau virtuel de la station sera inestimable à mesure qu’Interstellar Lab progressera vers la construction et l’exploitation de ses modules. Basée sur le *cloud*, la solution offre à tout moment un accès sécurisé aux équipes, où qu’elles se trouvent.

### L’avion électrique à décollage vertical réinvente la mobilité

Silencieuses, efficaces et sans émissions carbone, les machines eVTOL (pour electric Vertical Take Off and Landing) constituent la prochaine solution de mobilité intra- ou interurbaine de rupture. Un des pionniers du secteur, la startup britannique Vertical Aerospace, est sur le point de construire le premier eVTOL pour le transport de passagers certifié au monde avec le VA-X4, qui pourrait proposer ses premiers vols commerciaux dès 2024. Nettement plus silencieux et avec un coût de fonctionnement beaucoup moins élevé qu’un hélicoptère, cet avion vise le marché des voyages entre zones mal desservies par les trains à grande vitesse et par les compagnies aériennes régionales.

Pour s’assurer que ses processus soient opérationnels, notamment au regard du système de traçabilité des pièces, Vertical Aerospace anticipe l’existence de flottes

## LE “NEW SPACE” COMME NOUVELLE FRONTIÈRE

“Pendant les 60 premières années de l’ère spatiale, l’industrie spatiale a été dominée par les grands programmes gouvernementaux. Désormais, les acteurs privés jouent un rôle de plus en plus important, les lancements se multiplient et le nombre de satellites opérationnels en orbite autour de la Terre, 3 400 aujourd’hui, pourrait passer à plusieurs dizaines de milliers au cours des 30 prochaines années. Le secteur est maintenant inspiré et relancé par une vague d’entrepreneurs novateurs en nouvelles technologies révolutionnaires. Avec la plateforme **3DEXPERIENCE**, les acteurs du spatial peuvent développer des solutions innovantes d’ingénierie, de fabrication et d’exploitation,

en modélisant des missions virtuelles qui seront au cœur de la durabilité dans l’espace et sur terre. Le paysage évolutif des réglementations internationales, de la géopolitique, du flux constant de nouvelles technologies et de nouveaux modèles commerciaux définit le contexte non seulement pour la prolifération des satellites, mais aussi pour le défi de la gestion des débris spatiaux en orbite. Estimés actuellement à plus de 28 000 objets, ils menacent la durabilité de l’activité spatiale. La gestion du trafic spatial sera la clé de la renaissance de l’industrie spatiale d’aujourd’hui.”

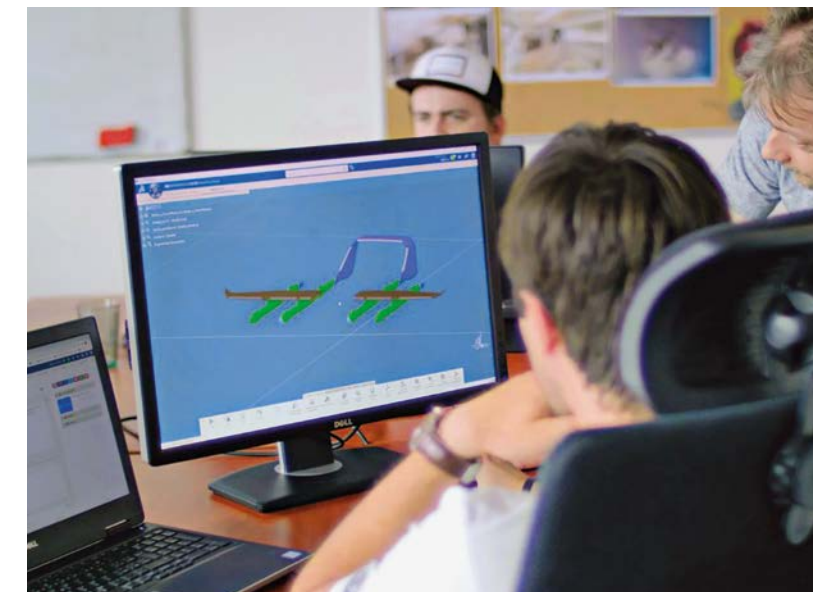
**Jeff SMITH**  
Aerospace & Defense Strategy  
& Innovation, Dassault Systèmes

d’avions en service en s’appuyant sur la plateforme **3DEXPERIENCE**. “Le *cloud* garantit la résilience de l’entreprise et nous permet de continuer à travailler en toute circonstance”, déclare Eric Samson, responsable de l’ingénierie chez Vertical Aerospace. “Nous construisons un avion à partir de zéro. Nous devons donc non seulement organiser nos processus actuels, mais aussi les pérenniser.” Un ensemble complet de fonctions permet aux ingénieurs de concevoir et de valider des structures composites. Ils utilisent également la plateforme pour chercher la meilleure façon de fabriquer la pièce, du début à la fin.

La plateforme rassemble toutes les équipes, l’accès aux solutions pouvant se faire dans l’application Web. La société élargissant son réseau de partenaires et de fournisseurs utilisera son modèle 3D enrichi pour transmettre des données numériques et des instructions spécifiques aux différents acteurs de la chaîne d’approvisionnement. Enfin, la plateforme **3DEXPERIENCE** offrira une traçabilité complète et aidera l’entreprise, à travers le CAA, à obtenir la certification DOA (Design Organization Approval) de l’EASA, l’Agence européenne de la sécurité aérienne.

### Hybrider voilures fixes et tournantes

Un autre avion à décollage et atterrissage vertical est développé par Zuri, une entreprise tchèque, et met aussi l’accent sur l’hybridation des voilures fixe et tournante. Les multicoptères sont généralement conçus pour de courtes distances intra-urbaines et parfaits pour le décollage vertical, mais sont inefficaces pour les vols de croisière. Pour la partie horizontale du vol, Zuri s’appuie également sur des ailes, idéales pour parcourir des distances comprises entre 200 et 700 kilomètres, là où les VTOL sont plus rapides que les voitures et les avions de ligne (compte tenu du temps passé dans les aéroports). Dès le démarrage



du projet, Zuri a utilisé CATIA pour gérer l'analyse initiale, l'aérodynamique et les mesures, l'entreprise explorant ensuite le potentiel de la plateforme **3DEXPERIENCE** sur le *cloud*.

Toutes les équipes peuvent travailler sur la plateforme depuis n'importe quel appareil connecté à Internet, chaque individu apportant sa contribution dans son domaine d'expertise, tout en appréhendant, à travers les univers virtuels, l'expérience de l'utilisateur final. Avec ENOVIA, la plateforme permet également de réutiliser des processus ou des pièces communes pour accélérer la mise sur le marché. Pour déployer les tests et obtenir la certification de son avion, Zuri utilise des processus de sécurité intégrés et une traçabilité complète afin de se conformer aux multiples réglementations. Le jumeau virtuel est utilisé pour tester et vérifier le prototype numérique avant de lancer la construction physique, pour gérer et entretenir l'aéronef tout au long de son cycle de vie et pour offrir une expérience immersive aux investisseurs, clients et prospects.

#### **Un drone solaire à aile double observe la Terre**

La société française XSun s'attache à concevoir, tester et démontrer les capacités des drones à longue portée à énergie solaire, pour assurer des missions de surveillance, de recherche et de protection de l'environnement. Économique à produire et à exploiter, son tout dernier modèle offre un rayon d'action plus long, une autonomie accrue et une durabilité améliorée. Lors d'un test d'endurance mené en 2020, le drone de XSun a réalisé un vol autonome de 12 heures sur une distance de 600 kilomètres, sans aucune émission de carbone. Le drone pèse moins de 25 kilogrammes grâce à l'emploi généralisé de matériaux composites, a une envergure de plus de 4,5 mètres et une capacité de charge utile de 7 kilogrammes. Sa durée de vol pourrait être portée de 12 à 20 heures.

Le contrôle des oléoducs, des gazoducs et des voies ferrées, l'observation de la faune et de la flore dans les zones forestières, la surveillance de vastes étendues maritimes à des fins militaires, pour la détection des marées noires



et des déversements illégaux sont d'autres utilisations possibles. L'idée est d'adapter les missions de satellites spatiaux au secteur des drones, en les confiant à des machines capables de les réaliser de manière autonome. La conception des machines XSun, à deux ailes, permet d'accueillir deux fois plus de panneaux solaires. Ce concept, développé sur la plateforme **3DEXPERIENCE**, offre également un certain nombre d'avantages en termes de performances aérodynamiques, une piste traditionnellement ignorée par l'industrie aéronautique où l'aile unique a dominé jusqu'à présent.

#### **Pipistrel accélère et fiabilise son processus de certification**

Spécialisée dans la conception d'avions électriques et hybrides innovants et dans les batteries de propulsion, l'entreprise Pipistrel Vertical Solutions est née en Slovénie. Elle a également utilisé les solutions Dassault Systèmes pour accélérer le processus de tests de performance et évaluer la fiabilité des matériaux avant le prototypage physique. La certification, avec test obligatoire en vraie grandeur pour déterminer les fréquences naturelles de l'avion et l'amortissement structurel associé, est en effet une procédure très longue et coûteuse. Pipistrel a donc utilisé la solution de simulation réaliste SIMULIA Abaqus pour simuler et évaluer le comportement structurel de son nouvel avion Virus SW Electro 128 dans un environnement virtuel, accélérant le rythme de la certification de type avec pour résultat le tout premier certificat de type pour un avion électrique. Au lieu d'utiliser des mesures physiques avant de commencer les vols d'essai, Pipistrel a prouvé, avec les résultats positifs de tests virtuels, la fiabilité et la robustesse de la conception de la structure. L'EASA a reconnu le processus et les résultats des tests, ce qui a permis à Pipistrel d'accélérer la confirmation définitive de l'intégrité structurelle de l'avion nouvellement développé, avec des gains en termes de coût et de délai significatifs.

#### **Digitale et durable : la prochaine étape de la transformation de la construction navale**

Certains des grands principes de la construction navale ont été adoptés au *xvii*<sup>e</sup> siècle. Cependant, sous l'impulsion d'une concurrence intense et de l'impératif du durable, une vague d'innovation traverse actuellement cette industrie pour développer des approches transformatrices.

#### **NAVAIS : préparer le terrain pour la construction navale européenne de nouvelle génération**

S'appuyant sur l'expérience éprouvée de Damen en matière de normalisation, l'une de ses divisions, Damen Shipyards Gorinchem, coordonne le programme New Advanced Value Added Innovative Ships (NAVAIS) en étroite coopération avec Netherlands Maritime Technology (NMT), Dassault Systèmes, Bureau Veritas, l'université technologique de Delft, MARIN (The Maritime Research Institute Netherlands) et 10 autres partenaires.

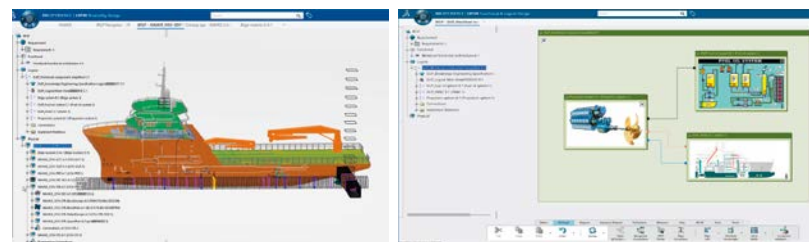
Cofinancé par Horizon 2020, le plus grand programme de recherche et d'innovation de l'UE à ce jour, NAVAIS vise à trouver de nouvelles méthodes de construction navale destinées à

#### **L'APPROCHE MBSE DÉCODÉE**

L'ingénierie de systèmes basée sur des modèles est indissociable de la sophistication sans cesse croissante des produits dans tous les secteurs. L'industrie Marine et offshore ne fait pas exception. Ses actifs sont des systèmes complexes qui impliquent des équipes multidisciplinaires traitant de la mécanique, de l'électronique, des logiciels, des télécommunications, des cyber-systèmes, de la chimie, des batteries, de l'hydro-dynamique, etc. Des moyens d'échange d'informations entre ingénieurs, par opposition à des documents, sont progressivement adoptés dans les segments de la construction navale et commerciale pour en réduire la complexité.

maintenir le leadership mondial de l'industrie européenne dans le domaine des navires complexes. En intégrant davantage le durable aux nouveaux projets, dès la conception.

Ce programme donne des orientations et des indicateurs de performance clés pour la conception et l'exploitation des navires à faible impact, en réduisant ou, de préférence, en éliminant les émissions (émissions d'échappement, pétrole, eau de ballast ainsi que les bruits aériens et sous-marins rayonnés) dans l'environnement. Afin d'augmenter l'efficacité de la conception des navires et la flexibilité des réseaux de production, NAVAIS explore des principes de conception et de production standards et modulaires. Ainsi, en s'appuyant sur une approche MBSE (Model-Based Systems Engineering), NAVAIS développe une approche de famille de produits modulaires soutenue par la plateforme **3DEXPERIENCE**, en se concentrant spécifiquement sur les ferries électroniques et les bateaux de travail (workboat). Le programme changera profondément la manière dont les nouveaux projets de construction navale sont abordés. Traditionnellement, ces projets impliquent un modèle commercial d'ingénierie à la commande où les spécifications sont définies et les travaux de conception sont effectués en fonction des besoins du client et de la destination du navire. La nouvelle approche implique un modèle commercial d'assemblage à la commande, ce qui se traduit par des délais plus courts, une qualité constante, des coûts de conception et de production réduits et une meilleure intégration de la chaîne d'approvisionnement tout en garantissant une concentration continue sur les besoins spécifiques des clients.



Pour y parvenir, les utilisateurs définissent des groupes de produits connexes qui partagent des caractéristiques, des composants, des sous-systèmes, des interfaces et des processus de fabrication. Ces groupes répondent à un large éventail d'exigences clients et divers modules sont créés avec les attributs requis pour remplir les différentes fonctions de la structure d'un navire. Il s'agit également de définir le processus de conception modulaire et la bibliothèque de modules réutilisables : les données de conception et de production, les règles métier, les documents et les informations spatiales sont stockés dans une bibliothèque, permettant aux utilisateurs de standardiser la production et de proposer des environnements multi-utilisateurs afin de créer des modèles, tester le comportement et centraliser les informations en utilisant une approche MBSE. NAVAIS est en train de définir une procédure d'approbation de classe entièrement nouvelle dans laquelle des modules préconçus sont approuvés pour prendre en charge l'évolution vers un modèle commercial d'assemblage à la commande. Bureau Veritas simule également l'efficacité énergétique du navire au sein de la plateforme **3DEXPERIENCE**. Le plan de

fabrication peut être simulé pour chaque module de production, et les plans de processus pour divers modules peuvent être combinés pour créer le plan de processus principal pour la cuve dans son ensemble. NAVAIS devrait se terminer en juin 2022 et démontrera la faisabilité de ces concepts pour la construction navale.

#### Un chantier naval sans papier grâce à la technologie du jumeau virtuel

CSSC Jiangnan Shipyard, l'une des plus grandes entreprises de construction navale de Chine, construit, répare et convertit des navires commerciaux. Fondée en 1865, elle jouit d'une solide réputation dans les navires complexes. Après des décennies de développement, l'entreprise souhaitait renforcer sa compétitivité, en se concentrant sur les navires de plus grande valeur tels que les transporteurs de gaz, les grands porte-conteneurs et les navires scientifiques tout en s'éloignant de la production en série de navires de faible valeur tels que les vraquiers. En 2015, Jiangnan Shipyard a choisi la plateforme **3DEXPERIENCE** pour diriger la transformation numérique du groupe CSSC et amener l'industrie de la construction navale chinoise à un niveau technologique supérieur.

La transformation a consisté à passer d'une organisation de chantier naval traditionnelle basée sur des documents et des plans 2D, à un chantier naval sans papier plaçant le modèle 3D au centre de ses processus de conception et de production. Pour assurer la continuité numérique et disposer d'une solution basée sur des modèles 3D intégrant l'ensemble de ses processus de bout en bout, Dassault Systèmes a aidé Jiangnan Shipyard à définir, à partager et à suivre des indicateurs de performance clés basés sur des cas d'utilisation typiques. Le premier navire jamais conçu et construit en utilisant cette approche basée sur un modèle 3D est le Haixun 160. Pas un seul morceau de papier n'a été utilisé pour sa conception ou sa construction. Il n'a fallu que trois mois aux ingénieurs et aux ouvriers pour construire les différentes parties du navire et les assembler. Sur place, les équipes n'ont plus à utiliser des plans 2D souvent complexes. Chaque détail du navire peut être examiné de près directement sur le modèle 3D ; un ordinateur portable ou une tablette suffit pour accéder à toutes ces informations détaillées.

Les principaux avantages sont :

- Évitez les interprétations sujettes aux erreurs lors de la fabrication grâce à l'utilisation directe de la 3D : il y a une correspondance parfaite entre monde réel et virtuel, avec un fil conducteur numérique fiable de bout en bout.
- En utilisant la technologie du jumeau virtuel avec la réalité virtuelle, la plateforme **3DEXPERIENCE** peut simuler les actions de l'équipage à bord telles que la marche, les opérations et la maintenance, ce qui a aidé le chantier naval à détecter les problèmes au début de la phase de conception, à contrôler et gérer efficacement les coûts de construction, à raccourcir le temps de cycle et à améliorer la qualité de construction.
- L'utilisation de modèles 3D au lieu de dessins a permis de réduire les erreurs grâce à une compréhension plus fine.

Jiangnan Shipyard prévoit d'aller plus loin et de tirer parti du jumeau virtuel pour aider les armateurs à effectuer la maintenance des navires tout au long de leur cycle de vie.